

Acompañamiento del asentamiento campesino Guacamaya, estado Aragua, en el uso de biotecnologías para el mejoramiento de la productividad en el cultivo de lechosa

Farmer accompaniment settlement Guacamaya, Aragua state, in the use of biotechnology for improving productivity in the cultivation of papaya

Martha Osorio¹, Alexandra Schmidt¹, Ariadne Vegas¹, Andy Díaz² e Yris Mujica³

¹Investigadoras, ²Profesional Contratado y ³Técnico Asociado a la Investigación. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Centro Nacional de investigaciones Agropecuarias (INIA CENIAP). Apdo. postal 2101. Maracay, estado Aragua. Venezuela. Correo electrónico: mosorio@inia.gov.ve

RESUMEN

La Escuela Socialista de Agricultura Tropical (ESAT) impulsa el apoyo a las comunidades mediante el acercamiento e intercambio de saberes como estrategia para apuntalar los planes de acompañamiento al sector agrícola propuestos por el Gobierno Nacional. En este sentido, se ejecutaron acciones en el asentamiento campesino "Guacamaya", en función de las necesidades y demandas de los agricultores en el rubro lechosa e incluyeron muestreo de hojas con síntomas virales, análisis de laboratorio por la técnica DAS-ELISA, prueba de germinación de semillas, establecimiento del sistema autotrófico hidropónico (SAH) y siembra en campo. A partir de consultas directas a líderes de la comunidad se caracterizaron las condiciones de producción e insumos agrícolas disponibles en la zona. Los tratamientos para el establecimiento de plántulas con el SAH no mostraron diferencias significativas, por tanto se recomienda el uso de los insumos locales que resultaron más prácticos, accesibles y económicos. Con el tratamiento de pregerminación de semillas se logró 43,33% de germinación. Se detectó el virus de la mancha anillada de la lechosa o papaya ringspot virus (PRSV) en las muestras foliares y se realizaron recomendaciones consensuadas. Se demostró que las estrategias de comunicación empleadas: reuniones, conversatorios, folletos y dípticos, fomentaron la socialización del conocimiento. Se logró sensibilizar a los productores respecto a la importancia del diagnóstico fitosanitario y el manejo agronómico en el proceso de producción.

Palabras clave: DAS-ELISA, PRSV, SAH, *Carica papaya* L., intercambio de saberes.

ABSTRACT

Escuela Socialista de Agricultura Tropical (ESAT) arranged to support of communities through approaches and knowledge exchange as a strategy to shore up the plans in the agricultural sector proposed by the Government. The activities were implemented in the farmer settlement "Guacamaya", according to the needs and demands raised by the farmers of the papaya crop, and included sampling of leaves with viral symptoms and DAS-ELISA technique laboratory analysis, seed germination tests and establishment of vitroplants by the Autotrophic Hydroponic System (AHS) and field planting. Conditions and agricultural inputs available in the area were characterized from direct consultation with community leaders. Tested treatments used plantlet establishment with SAH showed no significant differences; therefore the use of local inputs resulted more convenient, accessible and affordable. Pregermination treatment achieved seed germination 43.33%. Papaya ringspot virus was detected in leaf samples and consensual control measures were performed. It was demonstrated that communication strategies used: meetings, workshops, brochures and leaflets, promoted knowledge socialization and the mutual exchange of information, and it was possible to sensitize producers about the importance of phytosanitary diagnosis and agronomical management during the production to improve rural agricultural systems.

Key words: DAS-ELISA, PRSV, SAH, *Carica papaya* L., exchange of knowledge.

INTRODUCCIÓN

El asentamiento campesino La Guacamaya está ubicado en el sector Guacamaya, municipio Zamora, parroquias Magdaleno y Tocarón, estado Aragua, Venezuela, es una asociación civil sin fines de lucro, con personalidad jurídica y cuya misión es actuar como un proyecto comunitario de autogestión y de organización vecinal dirigido a articular las demandas sociales de la población. Consta de aproximadamente 40 unidades de producción tipo mixto de diferentes dimensiones. Posee un clima tropical lluvioso durante gran parte del año y la temperatura promedio anual oscila entre 18 y 32 °C. Las edificaciones corresponden a casas económicas construidas con su propio peculio, otras provenientes de programas sociales y casas improvisadas ubicadas en las partes altas de los cerros (Durán, 2011).

La mayoría de estas viviendas disponen de gas doméstico, agua potable y energía eléctrica. Los habitantes poseen acceso a educación formal a través de Unidades de educación rural y misiones educativas venezolanas (Robinson, Sucre, Ribas y otros). El 70% de la utilización de la tierra es agrícola, caracterizada por la incorporación de algunas innovaciones tecnológicas.

La producción se destina tanto al autoconsumo como a la venta al público, la mano de obra es básicamente familiar, y el orden de relevancia de los cultivos en la zona son: lechosa, cítricos, piña, maíz, aguacate, mango y guayaba. Del 30% restante, 20% corresponde a aves y ganadería menor (conejos, ovejos) y 10% no tiene ningún uso.

Dentro de las innovaciones tecnológicas se destaca el sistema de producción de humus líquido y sólido a partir de lombrices (*Lombrihumus Guacamaya*), la cual genera productos de calidad reconocida que son comercializados dentro y fuera de la comunidad.

Al igual que en otras comunidades agrícolas del país, en la comunidad de Guacamaya, la lechosa (*Carica papaya* L.) es una de las frutas más populares. Los productores la destinan a la venta directa y procesada en batidos, merengadas, almíbar, entre otros. El fruto es una fuente de vitamina C y también contiene vitaminas A, B1,

B2, minerales como hierro y calcio; es importante por su uso medicinal, industrial y alimenticio (Constantino *et al.*, 2010).

En el país, el cultivo de lechosa ocupó durante el año 2009, una superficie de 7.000 ha, con un rendimiento de 18,870 kg ha⁻¹ y una producción de 130.000 t, la cual es cuatro veces menor que la de países productores (FAO, 2011). Ésto podría deberse a un conjunto de factores como: la utilización de semillas no seleccionadas con baja germinación, las cuales producen plantas heterogéneas no fieles al tipo; baja proporción de hermafroditismo; floración y fructificación tardía; alta esterilidad femenina y carpeloidía (Vegas *et al.*, 2004).

Por otra parte, el cultivo es seriamente afectado por varias enfermedades, destacándose el virus de la mancha anillada de la lechosa o papaya ringspot virus (PRSV), como el factor más limitante para la producción comercial en muchas zonas del mundo (Gonsalves, 1998; Marys *et al.*, 2000), ocasionando pérdidas de rendimiento y calidad de los frutos (Brunt *et al.*, 1990). En Venezuela, también se ha señalado la presencia de otros dos virus, pero este virus ha traído como consecuencia cambios en el manejo del cultivo, tales como: plantaciones sustituidas después de la primera cosecha para mantener la productividad y siembras desplazadas a zonas productoras con baja incidencia (Vegas *et al.*, 1985).

La manera más sencilla, económica y eficaz de identificar el virus PRSV es a través de un ensayo de inmunodiagnóstico ELISA (enzyme-linked immunosorbent assay). Existen estuches comerciales de comprobada calidad como el desarrollado por la empresa norteamericana Agdia, Inc., empleados extensamente en el mundo para la detección de virus.

Los rendimientos del cultivo son afectados por el uso de prácticas agronómicas inapropiadas tales como: siembra de plantas infectadas con PRSV; siembras escalonadas en el tiempo en áreas infectadas, en donde las plantas más viejas sirven de inóculo viral y bacteriano; uso indiscriminado de agroquímicos, que desfavorecen el establecimiento de enemigos naturales de los insectos (áfidos) transmisores de la enfermedad, tales como *Lysiphlebus testaceipes* (Hymenoptera), Coccinélidos (Coleoptera), Sífidos (Díptera),

arácnidos, crisopas (Neuroptera), entre otros; presencia de plantas arvenses hospederas de enfermedades y de insectos transmisores; uso de semillas infectadas con bacteriosis o que producen plantas andromonóicas (Vegas *et al.*, 2004; García *et al.*, 1995).

En tal sentido, en este trabajo se planteó como objetivos: 1) el diagnóstico de necesidades en la comunidad, 2) la sensibilización de los productores sobre la importancia del diagnóstico de enfermedades virales y la utilización de plantas sanas en el proceso de producción de lechosa, 3) la socialización de la tecnología del sistema autotrófico hidropónico (SAH) como herramienta biotecnológica práctica, sencilla y económica para mejorar la producción, y 4) incrementar el conocimiento sobre manejo adecuado del cultivo mediante el acompañamiento en las labores agrícolas en parcelas del asentamiento campesino “Guacamaya”.

METODOLOGÍA

Diagnóstico de la comunidad

La experiencia se inició con una visita al asentamiento campesino “Guacamaya”, con el fin de hacer un diagnóstico general de la comunidad, así como de los aspectos relacionados con la producción agrícola, las condiciones de infraestructura y los insumos agrícolas disponibles en las tres parcelas involucradas, a través de recorridos con los líderes de la comunidad y la aplicación de un diagnóstico participativo.

Las unidades de producción involucradas en esta experiencia son: Parcela Rancho Pintos, propiedad de Luis Pinto Reyes, donde se cultivan cítricos, lechosa, aguacates, níspero y parcha granadina; Parcela “La Mansión”, cuyo dueño es Sergio Gardila, la cual colinda con la Unidad Rancho Pintos, es un sistema de producción mixto, con gallinas, ovejitos, lechosas, aguacates, cítricos, guayabas, piñas, entre otros, y la Parcela “La Rivereña”, siendo propietario Héctor Rivero, igualmente, el sistema de producción es mixto, el cual consta principalmente de producción de humus (sólido y líquido), gansos, peces ornamentales y codornices (en receso) e iniciando la producción de lechosa.

Intercambio de saberes con la comunidad “Guacamaya”

El intercambio de saberes surgió debido a la problemática de producción agrícola que persiste en nuestras comunidades rurales y a la necesidad de mitigarla, por ello, la Escuela Socialista de Agricultura Tropical (ESAT) del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), planteó el apoyo a comunidades mediante acercamientos e intercambio de saberes, como estrategia para apuntalar los planes de acompañamiento al sector agrícola propuestos por el Gobierno Nacional.

Se llevó a cabo básicamente en tres fases, según la metodología planteada por Amado *et al.* (2004).

Fase de intercambio, motivación, sensibilización y justificación: Se efectuaron reuniones de motivación y sensibilización que promovieron el intercambio con los líderes de la comunidad sobre la necesidad de identificar los principales problemas que los afectaban, para así iniciar la selección e implementación de estrategias para la solución.

Partiendo de lo anterior, se realizaron las reuniones de discusión empleando la estrategia de lluvia de ideas, de allí surgió la propuesta de acompañamiento en el diagnóstico de enfermedades virales, las estrategias de manejo agronómico en lechosa y los procesos de innovación, con la incorporación de los insumos desarrollados por la comunidad.

Fase diagnóstica de la investigación: Se realizó de forma directa con líderes de la comunidad y se utilizó la lluvia de ideas para plantear y jerarquizar los problemas. Durante el desarrollo de esta fase los actores involucrados, en consenso, manifestaron su necesidad de apoyo técnico y de formular proyectos de índole agrícola que promovieran la producción, empleando la fusión de conocimiento técnico-formal y popular, que además les permitiera tener acceso a un apoyo económico gubernamental.

La dinámica seguida durante el diagnóstico fueron las reuniones, conversatorios e intercambios con los distintos actores (Figura 1). Esta fase se ejecutó de forma paralela a la anterior.



Figura 1. Actividades de intercambio en la Comunidad “Guacamaya”, estado Aragua.

Fase de planificación-acción: En este período se formuló la “situación objetivo” en términos reales, a partir de los resultados obtenidos de la fase diagnóstica, con lo que se diseñó un plan de acción en función de los problemas planteados y de las acciones propuestas. Las ideas fueron revisadas, organizadas y ejecutadas.

Establecimiento del sistema autotrófico hidropónico

Durante el intercambio de saberes en la comunidad, se planteó la necesidad de mejorar la producción del cultivo de lechosa en las unidades involucradas, dándosele énfasis a la obtención de mayor cantidad de semillas a partir de las cuales establecer las plantaciones, ya que manifestaron bajo porcentaje de germinación (5%), por ello, se planteó el uso del sistema autotrófico hidropónico (SAH) como alternativa para contribuir a solventar la problemática planteada.

Para el establecimiento del SAH se utilizaron 100 vitroplantas variedad Maradol, H37 Clon 3, derivadas de callos, de aproximadamente 5 a 7 cm de longitud y con desarrollo de raíces, procedentes de la Unidad de Biotecnología Vegetal del INIA, en el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP). El empleo de plantas *in vitro* se realizó con el fin de garantizar la sanidad de las plantas. Las vitroplantas fueron lavadas cuidadosamente con agua corriente, con el fin de eliminar el medio adherido a sus raíces y evitar posible contaminación con hongos, posteriormente se colocaron en contenedores plásticos de 2.000 ml con tapa tipo bisagra (195x225x65mm), que contenían sustrato, comercial o local, estéril humedecido con soluciones nutritivas; finalmente se procedió

al sellado con cintas de embalaje para evitar la evaporación excesiva de la solución de riego y controlar el posible ataque de hormigas.

Los contenedores se mantuvieron protegidos con malla de sombra tipo zaran, bajo las siguientes condiciones ambientales: temperatura de 26 ± 2 °C, humedad del 80% y fotoperiodo de 12 horas luz, durante 21 días, tiempo en que se obtienen plantas óptimas para su trasplante a bolsas plásticas.

Para el establecimiento del SAH se siguió un diseño de cuatro tratamientos con las siguientes características:

Tratamiento 1: Vitroplantas en sustrato comercial Sunshine N° 5 marca Pro-Mix, hidratado con humus líquido marca “Lombrihumus Guacamaya”® (elaborado en la parcela “La Rivereña” de la comunidad Guacamaya).

Tratamiento 2: Vitroplantas en sustrato comercial Sunshine N° 5 marca Pro-Mix, hidratado con medio Murashige y Skoog (1962) o convencional al 50%.

Tratamiento 3: Vitroplantas en sustrato sólido “Lombrihumus Guacamaya”®, hidratado con humus líquido “Lombrihumus Guacamaya”.

Tratamiento 4: Vitroplantas en sustrato sólido “Lombrihumus Guacamaya”®, hidratado con Murashige y Skoog convencional al 50%.

Por cada tratamiento se sembraron 25 vitroplantas en 600 g de sustrato (Sunshine o Lombrihumus) regadas con 200 ml de solución de humus líquido o Murashige y Skoog (Figura 2).



Figura 2. Materiales empleados en pruebas del sistema autotrófico hidropónico, a) vitroplantas (VP); b) sustratos y soluciones de riego; c) bandeja con sustrato; d) extracción de VP del medio de cultivo; e) siembra de VP en bandeja con sustrato; f) sellado de bandeja.

Prueba de germinación de semillas de lechosa

Esta prueba se realizó con la finalidad de determinar el procedimiento más adecuado para la obtención de mayor cantidad de semillas germinadas. Esto se debe a que el tiempo de almacenamiento aumenta la latencia y por ello es importante aplicar tratamientos previos a la siembra para aumentar el porcentaje de germinación.

Se utilizaron semillas de la variedad Maradol, las cuales tenían cinco meses de almacenamiento, obtenidas de plantas hermafroditas regeneradas por cultivo de tejidos en la Unidad de Biotecnología Vegetal, INIA-CENIAP. Para las pruebas se tomaron 300 semillas que fueron desinfectadas con una solución de hipoclorito de sodio (cloro comercial), a una concentración aproximada de 0,5% durante 10 min.

Luego se lavaron cuatro veces con agua corriente para eliminar el exceso de cloro de la superficie de las semillas y se dejaron remojando durante 15 días (embebimiento) con renovación diaria del agua, para su posterior siembra en bandejas de germinación.

Se utilizaron 10 bandejas de polipropileno de 25 pozos cada una, las cuales fueron desinfectadas con una solución clorada al 0,5%, enjuagadas con agua destilada estéril y llenadas con sustrato Canadiense Sunshine N° 5 marca Pro-Mix. Una vez colocado el sustrato en los pozos, éste fue humedecido con agua corriente para posteriormente colocar las semillas a razón de dos semillas por pozo.

Las plántulas obtenidas de la prueba de germinación fueron sometidas a un nuevo ensayo donde se probaron dos diferentes tipos de solución de riego. El 45% de las plántulas se sometieron a riego con una solución al 0,1% de Lombrinum Guacamaya®, 45% de las plántulas se regaron con una solución Murashige y Skoog al 25% y el 10% restante se regó con agua corriente para ser usadas como testigo (Figura 3).

Se incorporó el uso de mallas plásticas alrededor de las plantas como protección contra las iguanas que se convirtieron en plagas y mostraron especial preferencia por los ápices de la planta. Una vez que las plantas se aclimataron a las condiciones de la parcela, la malla fue retirada, y las plantas se sembraron en campo.



Figura 3. Prueba de fertilización de plántulas con diferentes soluciones de riego (Murashige y Skoog 25%, Lombrihumus y agua).

Diagnóstico viral

Descripción de síntomas en campo: Se llevaron a cabo actividades de diagnóstico de enfermedades de origen viral en las fincas: “Rancho Pinto”, “La Rivereña” y “La Mansión” ubicadas en el sector Guacamaya, municipio Zamora, del estado Aragua-Venezuela, que sirvieron de unidades piloto para realizar los ensayos.

La evaluación viral se realizó mediante observación directa y descripción de síntomas de las plantas en el campo.

Detección por inmunoensayo enzimático DAS-ELISA: Una vez identificados y descritos los síntomas virales, se hizo la colecta de muestras para la comprobación, por la técnica inmunoenzimática ELISA, en el Laboratorio de Virología de la Unidad de Protección Vegetal INIA-CENIAP.

Para el diagnóstico por ELISA, se utilizó el estuche comercial (Agdia Inc.) específico para PRSV, diseñado para inmunoensayo directo con doble capa de anticuerpos policlonales, donde el anticuerpo de detección es conjugado con fosfatasa alcalina. Para su aplicación se empleó el método inmunoenzimático de doble sándwich directo (DAS-ELISA), siguiendo las indicaciones del fabricante.

En la prueba se incluyeron controles negativos y positivos suministrados con el estuche. Las lecturas se iniciaron inmediatamente después de la aplicación del sustrato (paranitrofenilfosfato disódico, pnpp-2Na) para luego realizarlas a intervalos de 30 min, hasta completar hora y media. Para ello se utilizó un espectrofotómetro o lector automático de placas de ELISA, marca LAB SYSTEM, modelo MultiSkan EX, usando una longitud de onda de 405 nm para medir absorbancia.

Como referencia del punto de corte se utilizó el doble del valor del promedio de absorbancia del testigo sano.

RESULTADOS Y HALLAZGOS

Intercambio de saberes con la comunidad “Guacamaya”

Fase de intercambio, motivación, sensibilización y justificación

En las parcelas de la comunidad se caracterizaron las condiciones de la producción agrícola, infraestructura e insumos agrícolas disponibles y se definieron las actividades en campo y laboratorio, de acuerdo a los problemas y necesidades identificadas mediante el uso de las estrategias de comunicación.

Los problemas identificados fueron básicamente la presencia de enfermedades virales en el cultivo de la lechosa y su manejo agronómico. Por ello se compartió con los productores conocimientos relacionados con el diagnóstico de virus y el manejo adecuado del cultivo, con el fin de estimular un proceso agrícola exitoso. Además, se motivó a la comunidad a incorporar insumos disponibles en la zona para producir bajo un enfoque agroecológico y el uso del SAH como herramienta biotecnológica práctica, sencilla y económica para mejorar la producción.

Adicionalmente, se estimuló a la comunidad a formular proyectos de índole agrícola, donde se promueva la producción empleando la fusión del conocimiento técnico-formal y conocimiento popular.

La importancia de esta fase de intercambio informativo y de experiencia técnica fue el aporte de herramientas que les permitiría solventar necesidades planteadas por los líderes de la comunidad.

Fase diagnóstica

Con base en el diagnóstico de necesidades en la comunidad, de disponer de plantas de lechosa sanas, se ejecutó la evaluación fitosanitaria, manejo de plagas y la dotación de plantas sanas provenientes de cultivo *in vitro* y semilla, con el fin de estimular un proceso de producción agrícola exitoso, además se generó la visión colectiva de las “metas a alcanzar” y esto a su vez orientó el plan de acción que se ejecutó posteriormente.

Fase de planificación-acción

Durante la ejecución del plan se produjeron cambios en las actividades planificadas, debido a los problemas externos e internos que se presentaron, tales como: fallas en la logística de movilización, obstrucción de las vías de acceso debido al período de lluvias y otros, por lo que se puede afirmar que los planes de acción fueron flexibles y se adaptaron a la dinámica de la realidad “característica que debe estar presente y respetarse en todo plan de acción que se formule bajo un enfoque estratégico” (Amado *et al.*, 2004).

Se logró sensibilizar a los productores respecto a la importancia del diagnóstico fitosanitario y la

producción de plantas sanas a partir de semillas y por técnicas biotecnológicas en el proceso de producción, apoyándose en la socialización e intercambio del conocimiento y saberes sobre manejo adecuado del cultivo en ese sistema rural.

La metodología sugerida por Amado *et al.* (2004), como método participativo que respeta la opinión que tiene la población de sus problemas locales, facilitó evaluar la situación del Asentamiento Campesino Guacamaya, permitiendo determinar sus necesidades y en consenso escoger las estrategias de solución. Esto orientó la selección y jerarquización de los problemas que eran realmente importantes y posibles de ser resueltos, evitando las imposiciones, además facilitó datos e informaciones sobre los problemas seleccionados, para no incurrir en disgregaciones.

Al culminar la fase de planificación-acción, se observó la sensibilización de los productores sobre la importancia del diagnóstico de enfermedades virales, la siembra de plantas sanas y el manejo agronómico en el proceso de producción de lechosa, esto se dedujo de los planteamientos hechos por los miembros de la comunidad durante la reunión de intercambio final, donde manifestaron su iniciativa a implementar y difundir las estrategias compartidas.

Además, se les motivó a incorporar insumos disponibles en la zona para producir bajo un enfoque agroecológico, empleando la fusión de conocimiento técnico-formal con el conocimiento popular. También, se estimuló a la formulación de proyectos de índole agrícola, con el esfuerzo mancomunado ESAT-INIA-Consejo Comunal.

La metodología de Amado *et al.* (2004), permitió realizar el diagnóstico participativo bajo un enfoque estratégico de planificación. Esto facilitó promover alternativas y soluciones a los problemas jerarquizados en la comunidad, mediante la propuesta de acompañamiento en el diagnóstico de enfermedades virales, el manejo agronómico en lechosa y los procesos de innovación socializados durante las actividades de intercambio. Todo ello como medio para motivar la reflexión y sensibilización, estimulante de los procesos de cambio y participación activa de los miembros de la comunidad en la búsqueda de mejorar su bienestar social.

La evaluación del intercambio de saberes se hizo a través de discusiones en donde los miembros de la comunidad involucrados en la experiencia, mediante comunicación directa manifestaron su satisfacción ante las vivencias y su disposición de implementar las técnicas socializadas.

En resumen, con el intercambio de saberes se observó que aunque los agricultores de la comunidad poseen un amplio conocimiento autóctono, el apoyo externo representó una influencia positiva ya que motivó la reflexión crítica, el trabajo en equipo y una visión compartida y comprometida con los planes agrícolas de la nación.

Establecimiento del sistema autotrófico hidropónico

Se estableció el SAH a partir de plantas de lechosa obtenidas *in vitro*, encontrándose que no hubo diferencias en el porcentaje de sobrevivencia, entre las combinaciones de sustrato y soluciones de riego empleadas en los cuatro tratamientos probados (Cuadro 1).

El SAH fue inicialmente establecido en el cultivo de papa y posteriormente se extendió la experiencia a yuca, en ambos cultivos ha mostrado excelentes resultados, obteniéndose plántulas vigorosas, de tallos robustos y de buen sistema radicular

funcional (Benítez y Navarrete, 2002; Pila-Quinga y Benítez, 2007). Sin embargo, en lechosa no se disponía de experiencias previas del uso de esta técnica como sistema de producción, resultando práctica, sencilla y económica para obtener plantas hermafroditas más productivas.

Cabe destacar que este sistema se desarrolló considerando el uso de sustrato comercial y sales Murashige y Skoog, los cuales son costosos y de difícil acceso para los productores. Debido a que se apreciaron similitudes en el aspecto general de las plántulas con los tratamientos empleados, podría sugerirse el establecimiento del SAH con los insumos desarrollados en la comunidad, ya que al igual que en el tratamiento con sustrato comercial y sales Murashige y Skoog, las plántulas obtenidas con SAH, mostraron excelente calidad fitosanitaria.

La incorporación del humus líquido y sólido para el establecimiento del SAH, como estrategia de producción rápida de plántulas de lechosa, generó un valor agregado a los protocolos de trabajo debido a que son insumos ecológicos, de fácil acceso y económicos, convirtiéndose en un aporte de gran utilidad que se obtuvo al conjugar los saberes y haceres de la comunidad con los conocimientos académicos y científicos.

Cuadro 1. Vitroplantas aclimatadas mediante la técnica de sistema autotrófico hidropónico, después de 30 días.

Tratamientos	Nº vitroplantas sembradas	Sobreviviencia %
Sustrato Sunshine N° 5 hidratado con "Lombrihumus Guacamaya"® líquido.	33	100
Sustrato Sunshine N° 5 hidratado con medio Murashige y Skoog convencional al 50%.	41	99
Sustrato sólido "Lombrihumus Guacamaya"® hidratado con "Lobrihumus Guacamaya" líquido.	33	98
Sustrato sólido "Lombrihumus Guacamaya"®, hidratado con Murashige y Skoog convencional al 50%.	23	97
Testigo: vitroplantas sembradas en sustrato Sunshine N° 5, hidratado con agua corriente	16	100
Total	146	-

Pruebas de germinación

Se obtuvieron 130 plántulas de un total de 300 semillas sembradas, es decir, se logró un 43,33% de germinación lo que se considera un valor alto, dado que las semillas tenían cinco meses de almacenamiento, este resultado probablemente esté relacionado con la aplicación de tratamiento de pregerminación por embebimiento durante 15 días, con cambios interdiarios del agua.

Las 130 plantas provenientes de la prueba de germinación y sometidas a los dos tratamientos de riego, mostraron similitudes en vigor y desarrollo del follaje, es decir, no se observaron diferencias entre las soluciones de riego empleadas (0,1% de *Lombrium Guacamaya*[®] y Murashige y Skoog al 25%), con respecto al testigo.

Generalmente los productores y mejoradores seleccionan frutos con características destacadas como color, sabor, olor, consistencia, entre otras, para usar las semillas en siembras posteriores o programas de mejoramiento genético; sin embargo, el tiempo de almacenamiento aumenta la latencia de las semillas, por lo que deben emplearse tratamientos previos a la siembra para aumentar el porcentaje de germinación.

Se han probado alternativas para reducir los tiempos de pregerminación de las semillas de lechosa, entre las que se pueden mencionar condiciones y tiempos de embebimiento, secado al aire libre, uso de reguladores del crecimiento, entre otras (Salvador-Figueroa *et al.*, 2005; Ávila, 2007; Gil y Miranda, 2008; Constantino *et al.*, 2010).

Existe una gran diversidad de posibles tratamientos de pregerminación a la que pueden someterse las semillas de lechosa; en esta experiencia se seleccionó el remojo o embebimiento en agua, debido al bajo costo que representa para el presupuesto del agricultor, tal como lo experimentaron Salvador-Figueroa *et al.* (2005).

Como resultado de la experiencia se observó un porcentaje de germinación de las semillas de lechosa de 43,33%, lo cual es considerablemente alto si se toma en cuenta que las semillas tenían cinco meses de almacenadas, este resultado probablemente esté relacionado con el tiempo

de embebimiento, ya que se piensa que el mismo produce un ablandamiento de la endostea de la semilla, dilución de los compuestos inhibidores de la germinación y ruptura de la latencia de los embriones (Salvador-Figueroa *et al.*, 2005).

La información obtenida de este ensayo fue muy importante debido a que, en la mayoría de los casos, los productores seleccionan los frutos con una o varias características sobresalientes para obtener las semillas que utilizarán en las siembras posteriores, por tanto, al aplicar el tratamiento de pregerminación por embebimiento se aumentará la posibilidad de germinación de las semillas.

Las plantas generadas en estos ensayos fueron distribuidas en cuatro unidades de producción seleccionadas por los productores involucrados en esta experiencia, quienes además se comprometieron a difundir las prácticas agronómicas socializadas e implementadas en sus parcelas.

Diagnóstico de síntomas en campo

La observación directa en campo nos permitió identificar síntomas tales como: mosaicos, amarillamientos, deformación de lámina foliar (hojas filiformes), frutos y pecíolos con manchas de aspecto aceitoso, caída y reducción del tamaño de frutos, que nos permitió inferir presencia de virus fitopatógenos (Figura 4).

Inmunoensayo enzimático ELISA

Los valores obtenidos en esta prueba indicaron la presencia del virus de la mancha anillada de la lechosa (PRSV) en todas las plantas con síntomas virales muestreadas en cada parcela, esto corroboró el diagnóstico visual hecho por observación directa de síntomas en campo (Cuadro 2).

A partir de los resultados obtenidos con el diagnóstico viral por DAS-ELISA, se constató la presencia del PRSV en seis de las siete muestras de plantas colectadas, lo que representó el 85,71% de muestras infectadas, situación que es habitual en condiciones de campo debido a que las plantas están expuestas a vectores naturales del virus, como los áfidos o pulgones, y éstos no son controlados oportunamente.



Figura 4. Plantas con síntomas virales.

Cuadro 2. Reacciones obtenidas en la prueba de ELISA para la detección de papaya ringspot virus (PRSV).

Muestras	Absorbancia promedio PRSV	Punto de Corte PRSV	Condición PRSV
Blanco	0,000		
Testigo sano	0,007	0,014	-
Testigo positivo	0,266		+
Muestra 1	0,020		+
Muestra 2	0,026		+
Muestra 3	0,110		+
Muestra 4	0,075		+
Muestra 5	0,083		+
Muestra 6	0,015		+
Muestra 7	0,005		-

El PRSV es transmitido de modo no persistente por varias especies de áfidos, los cuales, aunque se controlen por métodos de efectividad instantánea (insecticidas de acción por contacto, en creciente desuso por el cambio de paradigma de nuestra agricultura en tránsito a la agricultura agroecológica), podrán transmitir la enfermedad con cortos tiempos de alimentación.

Estos resultados son similares a los obtenidos por Marys *et al.* (2000), quienes emplearon la técnica ELISA para evaluar hojas de lechosa con síntomas sugestivos de infección por virus, colectada en los

principales campos de producción nacional, y en donde el PRSV se detectó con mayor frecuencia en las muestras analizadas e incluso formando infecciones mixtas. Igualmente, Cabrera *et al.* (2008) utilizaron la técnica inmunoenzimática para evaluar muestras del cultivar Maradol roja con síntomas virales, colectados en campos de cultivo de Cuba, donde la totalidad de las muestras analizadas resultaron positivas al PRSV.

Debido al deseo manifiesto de los productores de renovar las plantaciones de lechosa en sus unidades de producción y de acuerdo al resultado

de la presencia de PRSV en más del 10% de la superficie sembrada, se les recomendó la eliminación total de la plantación, por varias razones: 1) el porcentaje de plantas infectadas representaba riesgo de diseminación por los vectores; 2) las plantas infectadas aún no estaban en etapa de producción, ya que de estar en etapa productiva, se recomendaría la erradicación total sólo si el porcentaje de plantas infectadas superaran el 30%; 3) para el establecimiento de las nuevas plantaciones debía eliminarse toda posibilidad de fuente de inóculo y esto a su vez favorecería la implementación de la nueva tecnología.

Asimismo, se indicó como medida de prevención para futuras siembras, considerar el uso de plantas sanas provenientes de semilleros con buenas prácticas de manejo (uso de mallas antiafido y aspersiones periódicas con aceite blanco al 1% más 0,025% de surfactante), ubicar las siembras en parcelas alejadas de otras que posean plantas de lechosa enfermas a más de 1 km de distancia, escoger la época de siembra que correspondan a poblaciones bajas de áfidos (época de lluvia), manteniendo la vigilancia sobre enfermedades bacterianas y fungosas, evitar las siembras asociadas con cultivos de las familias cucurbitáceas y solanáceas, así como utilizar cultivos trampa (sorgo, maíz) y barreras rompe viento (Vegas *et al.*, 2004).

A través de las actividades de intercambio, se compartió con los productores la importancia del diagnóstico, en laboratorio, de las enfermedades virales antes de iniciar el trasplante a campo y del manejo adecuado del cultivo para obtener un proceso de producción exitoso.

CONCLUSIONES

Con el fin de estimular un proceso agrícola exitoso, se logró sensibilizar a los productores sobre la importancia del diagnóstico de enfermedades virales en la producción y manejo adecuado del cultivo de lechosa.

La comunidad se motivó a incorporar insumos disponibles en la zona, para producir bajo un enfoque agroecológico y al uso del SAH como herramienta biotecnológica práctica, sencilla y económica.

Con la incorporación del humus líquido y sólido para el establecimiento del SAH, se generó un valor agregado a los protocolos de trabajo, ya que son insumos producidos en la propia comunidad.

Se estimuló a la comunidad a formular proyectos de índole agrícola, donde se promueva la producción empleando la fusión de conocimiento técnico-formal y conocimiento popular.

Se destacó la importancia del intercambio de saberes técnicos y tradicionales para el mejoramiento de los sistemas agrícolas. Además, se reactivaron las relaciones técnico-laborales para el intercambio de las experiencias entre los (as) productores (as) de la comunidad y el personal del INIA.

Las actividades desarrolladas con la comunidad se apoyaron en experiencias previas y se aprovechó toda la información disponible para el análisis de sus problemas y la revalorización de sus elementos positivos. Además se logró la participación de todas las personas involucradas en la solución de sus problemas con la planificación de acciones a partir del sentir comunitario y el compromiso de sus miembros de alcanzar las metas propuestas.

LITERATURA CITADA

- AGDIA INCORPORATED. 2011. Reagent Set, DAS ELISA, alkaline phosphatase label. County Road USA. Consultado: 2 junio 2011. Disponible en: <http://www.agdia.com>.
- Amado, R., F. Cristalino y E. Hernández. 2004. El diagnóstico participativo como herramienta para la elaboración de proyectos educativos. *Ágora*. 1:91-110.
- Ávila, E. 2007. Efecto de tratamientos pre germinativos en la germinación de semilla de papaya (*Carica papaya*). Tesis Lic. Ing. Agr. Honduras, Instituto Zamorano. 300 p.
- Benítez, J. y J. Navarrete. 2002. Aplicación del sistema autotrófico hidropónico SHA (Técnica argentina) en variedades mejoradas del Ecuador, para la obtención de semilla prebásica de papa. Quito Ecuador. 6 p.

- Brunt, A., K. Crabtree and A. Gibbs. 1990. Viruses of tropical plants. CAB International. Redwood Press Ltd. Melksham. Wiltshire. pp. 707.
- Cabrera, D., M. Cruz, J. González, R. Hernández y O. Portal. 2008. Diagnóstico y caracterización biológica de un aislado del virus de la mancha anular de la papaya (PRSV-P) procedente de Cienfuegos, Cuba. *Centro Agrícola*. 35 (2):91-93.
- Constantino, M., J. D. Gómez-Álvarez, J. Álvarez-Solís, G. Pat-Fernández y G. Espín. 2010. Efecto de la biofertilización y los biorreguladores en la germinación y el crecimiento de *Carica papaya* L. 6 p.
- Durán, Y. 2011. Un poco mas sobre la parroquia Las Guacamayas. Disponible en: <http://lomejordearagua.wordpress.com>.
- FAO. 2011. Disponible en: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>.
- García, E., A. López, D. Teliz and D. Nieto. 1995. Fruit set and yield of papaya (*Carica papaya* L.) under integrated management to reduce ringspot viruses effects. *Acta Horticulturae*. 370:145-150.
- Gil, A. y D. Miranda. 2008. Efecto de la temperatura, inmersión en agua y concentración de fitorreguladores sobre la germinación de semillas de papaya (*Carica papaya* L.) *Revista Colombiana de ciencias hortícolas*. 2(1):9-20.
- Gonsalves, D. 1998. Control of papaya ringspot virus in papaya: a case study. *Annual Review of Phytopathology*. 36:415-437.
- Marys, E., J. Carballo and M. Izaguirre-Mayoral. 2000. Occurrence and relatives incidences of viruses infecting papaya in Venezuela. *Annals Applied Biology*. 136:121-134.
- Murashige, T. and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol Plant*. 15(3):473-497.
- Pila-Quinga, L. A. y J. Benítez. 2007. Sistema autotrófico hidropónico (SAH): Una alternativa para la producción de plántulas de yuca de calidad. Ecuador.
- Sistemas Ambientales Venezolanos. 1983. Proyecto VEN/79/001. SAV. Región Natural 22. Serranía del Interior. Caracas. II.2.22.
- Salvador-Figueroa, M., M. Adriano-Anaya y C. Becerra-Ortiz. 2005. Efecto del remojo en agua sobre la germinación de semillas de papaya var. Maradol. Universidad Autónoma Chapingo, México. *Revista Chapingo. Serie horticultura*. 11(1):27-30. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=60912502004>.
- Sucre, D. 2003. Delimitación de áreas ecogeográficas del estado Aragua. *Papeles de Fundacite Aragua*. 76 p.
- Vegas A., M. Cermeli y G. Trujillo. 1985. Afidos relacionados con el virus de la mancha anillada de la lechosa (*Carica papaya* L.) en Venezuela. Presencia, transmisión y eficiencia. *Agronomía Trop*. 35: 21-31.
- Vegas A., G. Trujillo, E. Marys, A. González, G. Fermín y M. Cermeli. 2004. El virus de la mancha anillada de la lechosa en Venezuela: Descripción e importancia, medidas de prevención y control. *CENIAP HOY*, N° 6. Disponible en: http://www.ceniap.gob.ve/ceniaphoy/articulos/n6/arti/vegas_a/arti/vegas.htm
- Vegas A., Y. Sandra, A. Díaz, M. Solórzano, Y. Rincón y J. Fernández. 2010. Producción de vitroplantas de lechosa libres de enfermedades. Folleto de la Unidad de Biotecnología Vegetal. Centro Nacional Investigaciones Agropecuarias. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Maracay, Venezuela. 10 p. (en revisión).